INFORME DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE



PARTÍCULAS MENORES A DIEZ MICRÓMETROS (PM_{10})



PROYECTO "MINA DE COBRE PANAMÁ"



PREPARADO PARA MINERA PANAMÁ, S.A.





MAYO, 2013

Informe del Monitoreo de Calidad de Aire

(Partículas Menores a Diez Micrómetros (PM_{10}))

Proyecto

“Mina de Cobre Panamá”

Preparado para:



Elaborado por:









Mayo, 2013

	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
CODESA CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.			
	Responsable	Control de calidad	Gerencia
Idoneidad DIPROCA-AA-003-2012	Venicia Cerrud	Roy Quintero	Ceferino Villamil

Índice

1.1 Introducción....4
1.2 Objetivo general 5
1.3 Objetivos específicos....5
1.4. Aspecto metodológico....5
1.4.1. Especificaciones de los equipos de medición....7
1.5. Resultados....7
1.6. Discusión....12
1.7. Conclusión....21
1.8. Recomendaciones....22
Anexos....24
Anexo 1.1 Data generada por los equipos de medición....25
Anexo 1.2 Índice Oraqi-Icaire....32
Anexo 1.3 Certificados de calibración de los equipos....34

1.1 Introducción

Los contaminantes del aire son sustancias que cuando están presentes en la atmósfera, afectan de manera adversa la salud de los humanos, animales y plantas o vida microbiana; dañan materiales o interfieren con el disfrute de la vida (Henry y Heinke 1999).

Las partículas totales en suspensión (PTS) y las partículas menores a diez micrómetros (PM_{10}), pueden ser consideradas contaminantes del ambiente, lo cual está definido como todo agente físico, químico o biológico, capaz de alterar las condiciones del ambiente en el centro de trabajo, y que por su naturaleza, propiedades, concentración y tiempo de exposición, pueden alterar la salud de los trabajadores (Henry y Heinke 1999).

Dichas condiciones del ambiente de trabajo pueden ser perturbadas por la generación de partículas, producto de la fragmentación de sustancias sólidas o líquidas; ya sea por procesos físicos o mecánicos, además de los polvos que son partículas sólidas susceptibles a dispersarse o suspenderse en el aire, que son producto de la trituración, corte, taladro, esmerilado, impacto, pulverizado, cepillado, lijado, detonación o desintegración de materiales orgánicos e inorgánicos (MICI- DGNTI 2001).

Las partículas que permanecen suspendidas en la atmósfera durante prolongados períodos, se encuentran predominantemente en la gama de tamaños comprendida entre 0.1 y 10 μm. El tamaño de las partículas es un factor muy importante en la determinación de los efectos sobre la salud, ya que estas pueden quedar atrapadas en las vías respiratorias (Echeverri y Maya 2008).

Este documento corresponde al Quinto Informe de Monitoreo de Calidad de Aire que se realizó en las zonas donde se ejecutan los trabajos de movimiento de tierra del Proyecto "Mina de Cobre Panamá" (Campamento 500, Camino a la Costa-Oficina FCC, Cantera Botija, Punta Rincón -Poza de sedimentación 9, Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez y Poza de Sedimentación 4), con la finalidad de conocer las concentraciones de Partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10}) a las que están expuestos los trabajadores del Proyecto.

1.2 Objetivo general

Determinar y evaluar las concentraciones de las Partículas Menores a 10 Micrómetros (PM_{10}), a las que se exponen los trabajadores del Proyecto "Mina de Cobre Panamá" y los habitantes de la vivienda más cercana al Proyecto "Ampliación de la Sub-estación de Llano Sánchez".

1.3 Objetivos específicos

- Identificar las actividades generadoras de partículas.
- Medir los niveles de PM_{10} en las áreas del Proyecto.
- Realizar el monitoreo de PM_{10} en la vivienda más cercana al área de influencia del Proyecto "Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez".
- Analizar y comparar los resultados de las mediciones con los niveles máximos permisibles que establecen las normas de referencia Organización Mundial de la Salud (OMS), Oack Ridge Air Quality Index (ORAQI[1]), a través del índice de calidad del aire (ICAIRE) y el Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire Ambiente para la República de Panamá.

1.4. Aspecto metodológico

Dentro del Proyecto "Mina de Cobre Panamá", se realizaron inspecciones en las áreas donde se desarrollaban los trabajos de movimiento de tierra, específicamente en el Campamento 500, Camino a la Costa (Oficina FCC), Cantera Botija, Punta Rincón (Poza de sedimentación 9), Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez y Poza de Sedimentación 4.

Para medir la concentración de partículas menores a diez micrómetros (PM_{10}) se realizó lo siguiente:

[1] El ORAQI es uno de los índices más importantes de calidad de aire que evalúa la concentración media de los cinco contaminantes principales (NO_2, SO_2, CO, Pb y CxH_Y). Este índice se puede generalizar incluyendo otros productos contaminantes de esta manera podemos definir un índice de calidad aire (ICAIRE) que incluye otros contaminantes como PM_{10}, PTS y CL_2. El rango de valorización se mide en % y va desde 0% (Calidad de aire con serias amenazas de toxicidad y 100% (Calidad de aire excelente). La unidad que aplica para este ICAIRE es $\mu g/m^3$.

- Se establecieron los puntos de monitoreo para realizar la toma de datos, considerando la cercanía a la fuente o las actividades generadoras de partículas.
- Desarrollo de los monitoreos por un periodo de 4, 8 y 24 horas.

Para el monitoreo de calidad de aire en ambientes laborales, se utilizó como referencia, la metodología establecida en la Norma NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), específicamente el método NIOSH 0600.

Para los monitoreos se utilizaron dos Microdust Pro (marca Casella) calibrados, con un adaptador para el filtro de espuma de poliuretano (filtro para PM_{10}); además, se le colocó una bomba de succión[2] Apex. Cada uno de los Microdust Pro se colocó en un trípode a una altura de 1.5 metros, en dirección a la fuente generadora de partículas desde el nivel de suelo (Ver Certificados de Calibración en el Anexo 1.3).

Los monitoreos de calidad de aire en ambientes laborales, se realizaron en aquellas áreas donde se realizaba movimiento de tierra. Los resultados obtenidos se comparan con los límites máximos permisibles que establece el Reglamento Técnico DGNTI[3]-COPANIT[4] 43-2001 (CPT: 5 mg/m^3 para 8 horas de exposición y CCT: 10 mg/m^3 para una exposición a corto tiempo).

El resultado del monitoreo de calidad de aire ambiental de 24 horas (Method EPA-Appendix J to part 50), realizado en la casa más cercana (Familia Torres) al área de la ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez, se compara con los límites máximos permisibles que sugiere la Organización Mundial de la Salud (OMS), Oack Ridge Air Quality Index (ORAQI[1]), a través del índice de calidad del aire (ICAIRE) y el Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire Ambiente para la República de Panamá.

---

[2] Bomba de succión : Bomba portátil de muestreo de aire. Rango de caudal 5 ml/min a 5 l/min.
[3] DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial.
[4]COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Tecnología.

1.4.1. Especificaciones de los equipos de medición

En la Tabla 1.1 se presenta la información general de los equipos que se utilizaron para los monitoreos.

Tabla 1.1. Descripción de los equipos de monitoreo de partículas

Información Técnica		
Equipo empleado	Microdust Pro-Casella (PM_{10})	
Serie	2411086	1079216
Fecha de la última calibración	22 de agosto de 2012	2 de agosto de 2012
Norma aplicada	CPT[5]: 5 mg/m³ CCT[6]: 10 mg/m³ Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001.	
	Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire Ambiente para la República de Panamá. Oak Ridge Air Quality Index (ORAQI) - Índice de Calidad de Aire (ICAIRE). Organización Mundial de la Salud (OMS).	
Días de las mediciones	6-10 y 13 de mayo del 2013	
Nombres de los técnicos	Azalia Robolt y Rolando Valdés	

Fuente: Especificaciones de los equipos técnicos y data de trabajo de campo. CODESA, 2013.
(Ver los Certificados de calibración en el Anexo 1.3).

1.5. Resultados

La Tabla 1.2 muestra los datos de las mediciones efectuadas en las diferentes áreas del Proyecto (Ver Anexo 1.1. Data generada por los equipos de medición).

[5] CPT: Concentración promedio ponderada en el tiempo para 8 horas de exposición.
[6] CCT: Concentración para exposición a corto tiempo. En el cual no debe ser excedido de 15 min, hasta 4 veces por jornada y con períodos de falta de exposición, al menos 1 hora entre dos exposiciones sucesivas.

Tabla 1.2. Datos de las mediciones efectuadas en las diferentes áreas del Proyecto

Área	Hora y fecha	Coordenadas	Parámetro	Área de exposición
Campamento 500	9:44 a.m. 6/5/2013	E 0537970 N 0975076	PM_{10}	Movimiento de tierra
Camino a la Costa (Oficina FCC)	9:28 a.m. 7/5/2013	E 0539461 N 0980726	PM_{10}	Movimiento de tierra
Cantera Botija	8:40 a.m. 8/5/2013	E 0538511 N 0977611	PM_{10}	Movimiento de tierra
Punta Rincón (Poza de sedimentación 9)	10:19 a.m. 9/5/2013	E 0533293 N 0995387	PM_{10}	Movimiento de tierra
Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez	2:16 p.m. 10/5/2013	E 0532864 N 0906166	PM_{10}	Movimiento de tierra
Poza de Sedimentación 4	8:31 a.m. 13/5/2013	E 0539295 N 0977640	PM_{10}	Movimiento de tierra

Fuente: Trabajo de campo. CODESA, 2013.

En la Tabla 1.3 se comparan los resultados de las mediciones de PM_{10} y los límites permisibles que establece la norma panameña para 4 y 8 horas de exposición.

Tabla 1.3. Comparación entre los resultados del monitoreo de PM_{10} y el límite permisible que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001

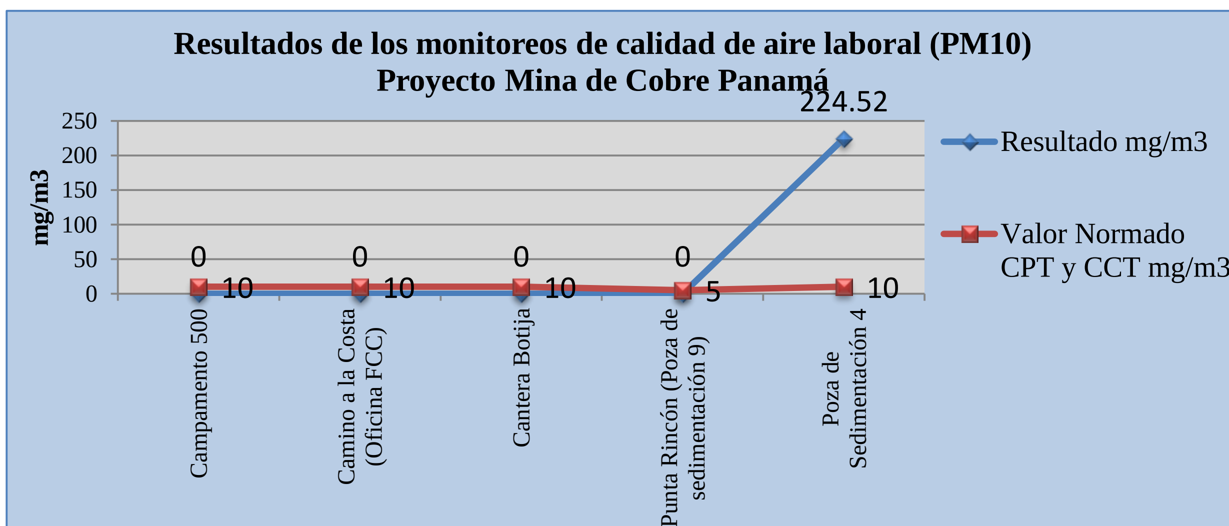
Área	**Parámetro**	**Horas muestreadas**	**Resultado mg/m^3**	**Norma Nacional**[7] **(CPT; CCT mg/m^{3}**[8]**)**
Campamento 500	**PM_{10}**	8 horas	N.D[9]	10
Camino a la Costa (Oficina FCC)	**PM_{10}**	8 horas	N.D[9]	10
Cantera Botija	**PM_{10}**	8 horas	N.D[9]	10
Punta Rincón (Poza de sedimentación 9)	**PM_{10}**	4 horas	N.D[9]	5
Poza de Sedimentación 4	**PM_{10}**	8 horas	224.52	10

Fuente: Trabajo de campo. CODESA, 2013.

En la Gráfica 1.1 se muestran los resultados de las mediciones en comparación con los límites máximos permisibles que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001

[7] Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001
[8] mg/m^3 miligramos aproximados de partículas por metro cúbico.
[9] N.D. No Detectable

Gráfica 1.1. Resultados de las mediciones en comparación con el valor normado



Fuente: CODESA, 2013.

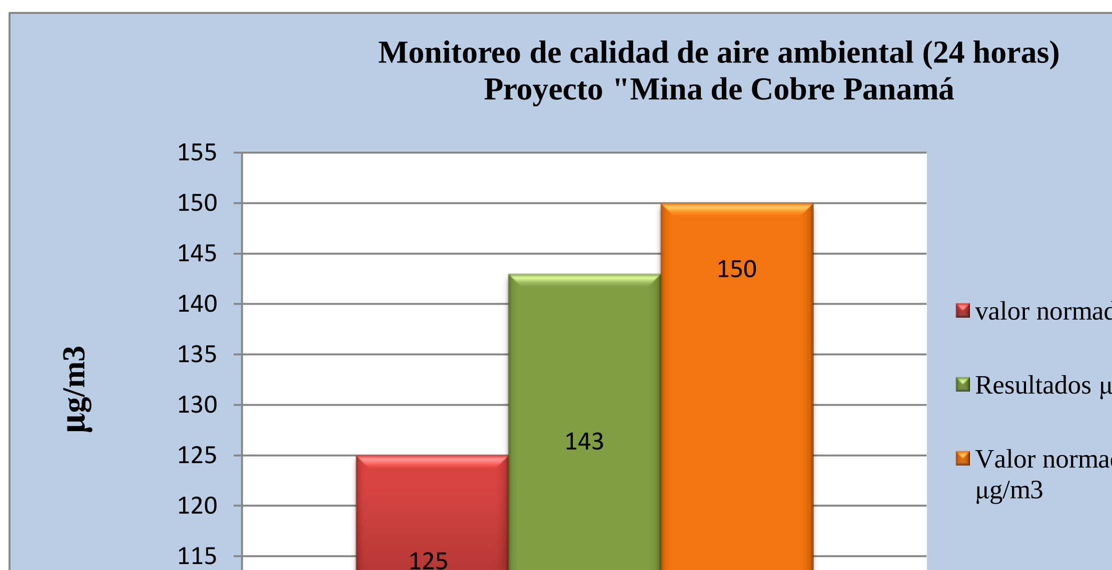
En la Tabla 1.4 y en la Gráfica 1.2 se presenta la comparación entre el resultado de PM_{10} y el límite máximo permisible que establece la Norma de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire Ambiente para la República de Panamá, para una medición 24 horas. La unidad en que se expresan los resultados en los equipos de medición es mg/m^3; sin embargo, para poder compararlos con las normas de referencia se hizo la conversión de unidades a $\mu g/m^3$.

Tabla 1.4. Comparación entre el resultado obtenido y los límites máximos permisibles que establecen las normas de referencias en un monitoreo por 24 horas)

Área	**Parámetro**	**Horas muestreadas**	**Resultado µg/m³**	**Norma internacional (OMS) µg/m³**	**Anteproyecto nacional mg/m³**
Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez (Flia. Torres)	**PM_{10}**	24 horas	143	125	150

Fuente: Trabajo de campo. CODESA, 2013. Leyenda: El resultado del monitoreo es el promedio de las tres (3) mediciones de 8 horas, expresadas en µg/m³.

Grafica 1.2. Resultado de la medición de 24 horas en comparación con los valores normados



Fuente: CODESA, 2013.

En la Tabla 1.5 se presenta el resultado del monitoreo de 24 horas y el porcentaje de la calidad del aire ambiental, según el Oack Ridge Air Quality Index (ORAQI-ICAIRE).

Tabla 1.5. Resultado del monitoreo y el porcentaje de la calidad del aire (24 Horas)

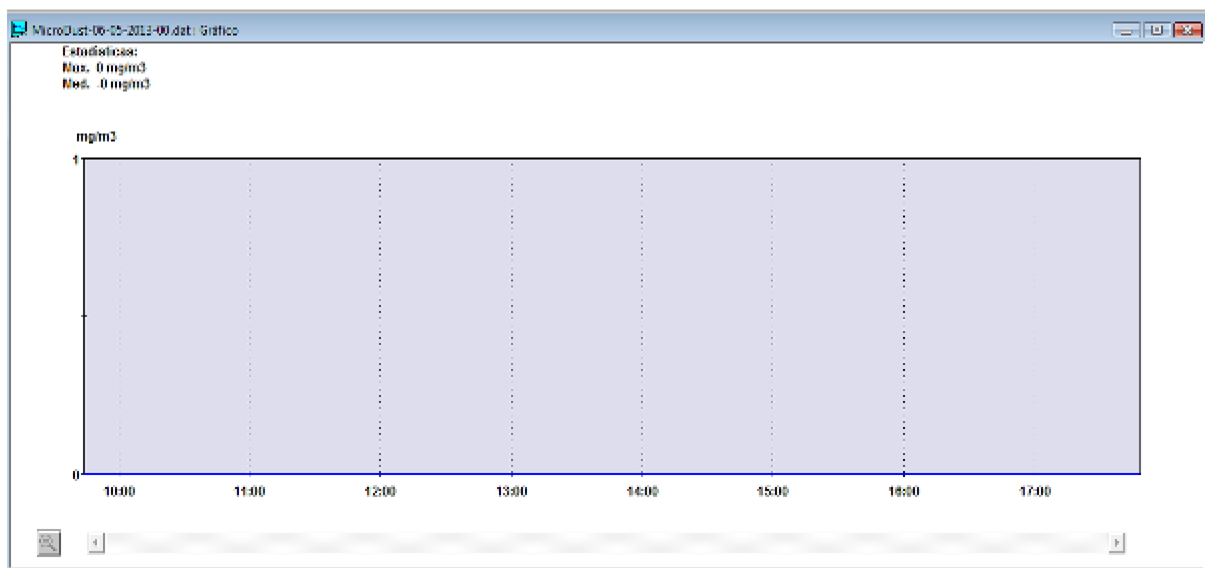
Área	Parámetro	Horas muestreadas	Resultado µg/m^3	ORAQI-ICAIRE (%)[10]
Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez (Familia Torres).	**PM_{10}**	24 horas	143	70-80

Fuente: CODESA, 2013. Ver Anexo 1.3. Índice ORAQI-ICAIRE.

1.6. Discusión

La concentración de partículas de PM_{10} en el área de construcción del Campamento 500 fue No Detectable (Ver Gráfica 1.3), es decir que la concentración o presencia de las mismas en la zona es se encuentra por debajo del valor o rango mínimo de detección del equipo utilizado (Ver Imágenes 1.1 y 1.2, y la Gráfica 1.1).

Gráfica 1.3. Data generada durante las 8 horas de monitoreo en el área de construcción del Campamento 500



Fuente: Datos del software. CODESA, 2013.

[10] Oack Ridge Air Quality Index (ORAQI) - Índice de calidad de aire (ICAIRE), se manifiesta en %.




Imágenes 1.1 y 1.2. Monitoreo de PM_{10} en el área de construcción del Campamento 500 (0537970 E; 0975076 N)

Las fuentes generadoras de partículas que se identificaron en el área del Campamento 500 fueron:

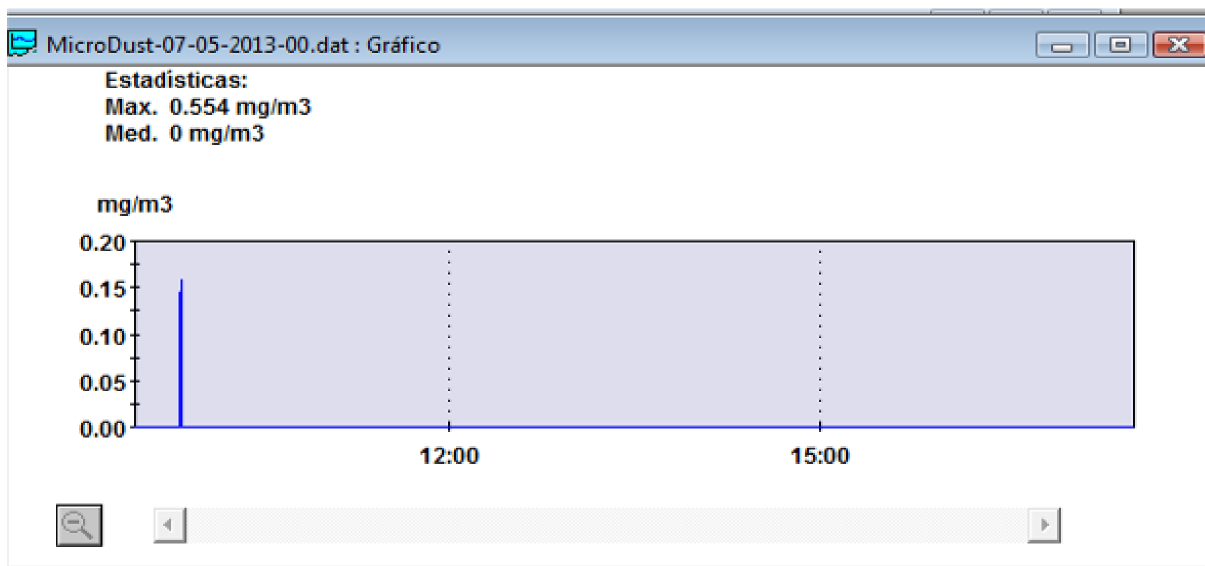
- Excavadoras y grúa hidráulica (Ver Imágenes 1.3. y 1.4).




Imágenes 1.3 y 1.4. Fuentes generadoras de partículas en el área de construcción del Campamento 500 (0537970 E; 0975076 N)

En el área del Camino a la Costa (Oficina FCC) (Ver Imágenes 1.5 y 1.6), la generación de partículas respirables menores a 10 micrómetros fue No Detectable durante las 8 horas de monitoreo (Ver Gráfica 1.1 y 1.5.).

Gráfica 1.5. Data generada durante las 8 horas de medición en el Camino a la Costa (Oficina FCC)



Fuente: Datos del software. CODESA, 2013.





Imágenes 1.5 y 1.6. Monitoreo de calidad de aire (PM_{10}) en el área del Camino a la Costa (0539461 E; 0980726 N)

Entre las fuentes generadoras de partículas en esta zona se encuentran los camiones articulados y el paso de equipo pesado en general (Ver Imágenes 1.7 y 1.8).

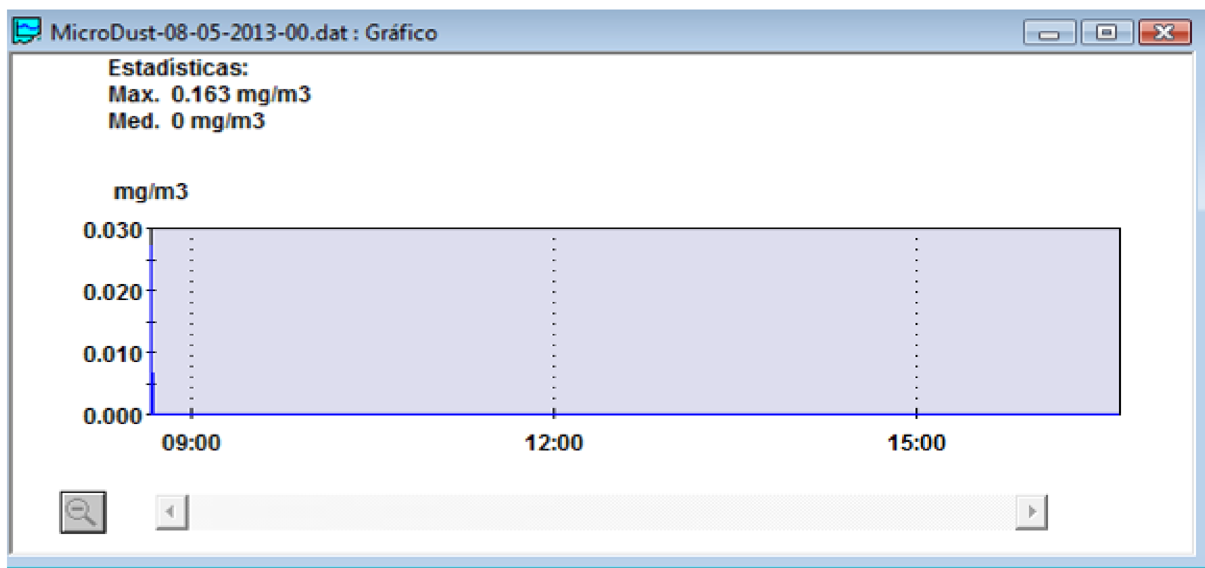




Imágenes 1.7 y 1.8. Principales fuentes generadoras de partículas en el área del Camino a la Costa - Oficina FCC (0539461 E; 0980726 N)

La concentración de partículas menores a 10 micrómetros medida en la Cantera Botija se encuentra por debajo del límite de detección del equipo utilizado (Ver Gráfica 1.6 e Imágenes 1.9 y 1.10).

Gráfica 1.6. Data generada durante las 8 horas de medición en la Cantera Botija



Fuente: Datos del software. CODESA, 2013.




Imágenes 1.9 y 1.10. Monitoreo de calidad de aire (PM_{10}) en la Cantera Botija (0538511 E; 0977611 N)

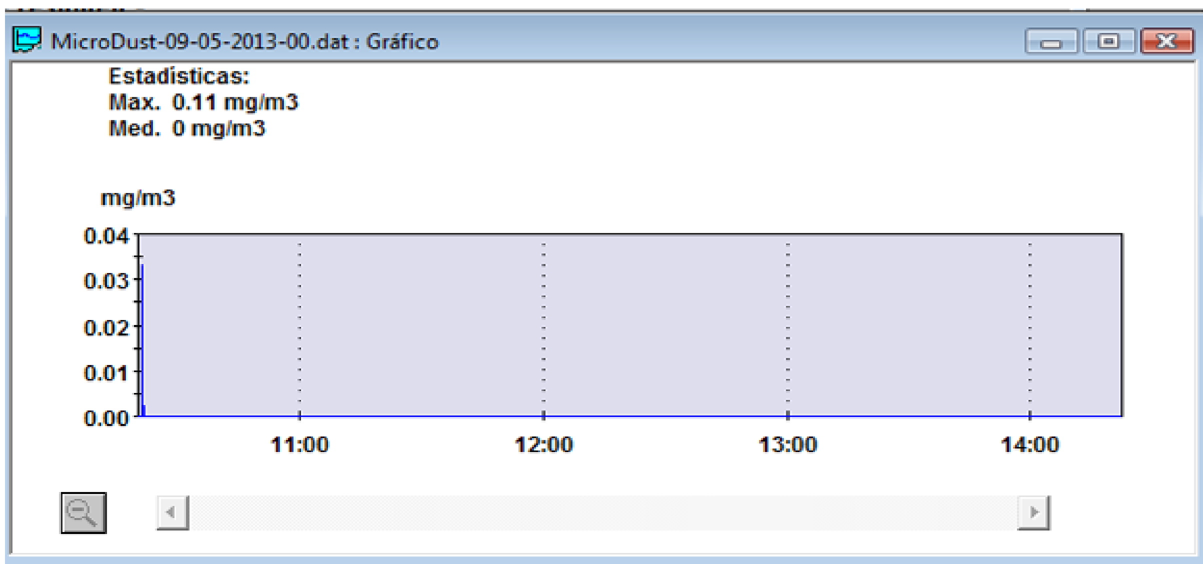
Entre las fuentes generadoras de polvo observadas en este punto de monitoreo está el paso de equipo pesado (Ver Imágenes 1.11 y 1.12).




Imágenes 1.11 y 1.12. Fuentes generadoras de partículas en el área de la Cantera Botija (0550635 E; 0938994 N)

Durante las 4 horas de medición en Punta Rincón-Poza de sedimentación 9, se registraron concentraciones de PM_{10} por debajo del límite mínimo de detección del equipo Microdust Pro (Ver Gráfica 1.7 e Imágenes 1.13, 1.14, 1.15 y 1.16). Las principales maquinarias generadoras de polvo fueron: excavadora hidráulica y los camiones articulados. En esta zona se realizó el monitoreo por un periodo de 4 horas; ya que los trabajadores suspendieron actividades por voladuras.

Gráfica 1.7. Data generada durante las 4 horas de medición en Punta Rincón (Poza de sedimentación 9)



Fuente: Datos del software. CODESA, 2013.



Imágenes 1.13 y 1.14. Monitoreo de calidad de aire (PM_{10}) en Punta Rincón-Poza de sedimentación 9 (0533293 E; 0995387 N)

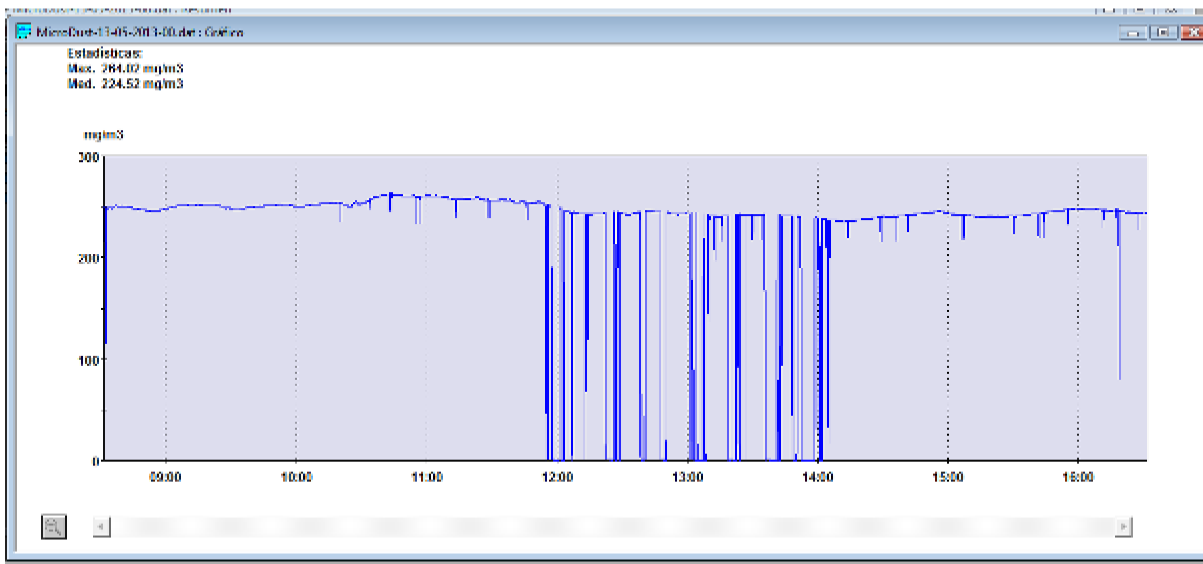




Imágenes 1.15 y 1.16. Fuentes generadoras de polvo en el área en Punta Rincón - Poza de sedimentación 9 (0533293 E; 0995387 N)

Durante las 8 horas de medición en el área de la Poza de Sedimentación 4 se produjo un aumento de los niveles de partículas de polvo menores a 10 micras (hasta 224.52 mg/m^3) (Ver Gráfica 1.8.). Este aumento pudo ser causado por el movimiento constante de camiones articulados, retroexcavadoras, excavadora hidráulica y vehículos particulares en el área y los trabajos de aplicación de capa de material pétreo al camino de acceso. Por otro lado, la localización del equipo pudo afectar la medición, ya que se encontraba en un lugar donde pudo haber influencia de movimiento de partículas por otros trabajos que se realizaban cercanos al punto de monitoreo (Ver Imágenes 1.17, 1.18, 1.19 y 1.20).

Gráfica 1.8. Data generada durante las 8 horas de medición en el área de Poza de Sedimentación 4



Fuente: Datos del software. CODESA, 2013.





Imagen 1.17 y 1.18. Monitoreo de calidad de aire (PM_{10}) en el área de la Poza de Sedimentación 4 (0539295 E; 0977640 N)




Imágenes 1.19 y 1.20. Fuentes generadoras de polvo en el área de la Poza de Sedimentación 4 (0538558 E; 0977416 N)

Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez (24 horas).

El monitoreo de calidad de aire ambiental (24 horas) realizado en la vivienda más cercana (Familia Torres) al área de ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez (Ver Imágenes 1.21 y 1.22), registró valores superiores a los límites que establece la Norma internacional (OMS) y valores por debajo de los límites máximos permisibles que el Anteproyecto Nacional de Referencia, tal como se muestra en la Tabla 1.4 y en la Grafica 1.2.




Imágenes 1.21 y 1.22. Monitoreo de calidad de aire (PM_{10}) cerca de la ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez (0532883 E; 0905972 N)

Las principales fuentes generadoras de partículas de polvo en este punto de monitoreo fueron: los trabajos de movimiento de tierra, movilización de camiones articulados y vehículos particulares. Cabe destacar que el terreno del Proyecto permaneció húmedo la lluvia que se presentó durante toda la medición (Ver Imágenes 1.23 y 1.24).



Imágenes 1.23 y 1.24. Fuentes generadoras de partículas en la ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez (0532883 E; 0905972 N)

La Tabla 1.5 indica que el índice de la calidad del aire alrededor de la casa más cercana al Proyecto (Familia Torres), se encuentra entre un 70-80%, según el ORAQI-ICAIRE (Ver Anexo 1.3).

1.7. Conclusiones

- Los niveles de Partículas menores de 10 micras o micrómetros (PM10) registrados durante los monitoreos en el Campamento 500, Camino a la Costa -Oficina FCC, Cantera Botija, Punta Rincón-Poza de sedimentación 9, del Proyecto “Mina de Cobre Panamá”, fueron N.D (No Detectables), lo que indica que se encuentran por debajo del límite mínimo de lectura del equipo utilizado. Esto a su vez, señala que las concentraciones de PM_{10} en el aire no representan riesgos de salud para los trabajadores del Proyecto.

- En el área de la Poza de Sedimentación 4, se obtuvieron valores por encima del límite máximo permisible establecido en la norma de referencia.

- Según el índice de ORAQI-ICAIRE, los trabajos de la Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez, no afectan la calidad del aire en la vivienda de la Familia Torres, ya que presenta entre un 70-80% de calidad de aire.

1.8. Recomendaciones

- Intensificar las inspecciones internas para verificar el uso correcto de los equipos de protección respiratoria por el personal que labora en el Proyecto.

- Continuar con las capacitaciones de salud y seguridad ocupacional a los colaboradores del Proyecto “Mina de Cobre Panamá”; específicamente sobre el uso adecuado del equipo de protección respiratoria.

- Continuar con los monitoreos de calidad de aire que se requieren para este Proyecto.

1.9. Bibliografía

- BM (Banco Mundial). 2007. Guía sobre medio ambiente, salud y seguridad para el sector minero. Corporación Financiera Internacional del BM. 40 p.

- Echeverri L, CA; Maya V, GJ. 2008. Relación entre las Partículas finas (PM2.5 y respirables (PM10) en la ciudad de Medellín. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, Colombia. Vol. 7, No. 12, pág. 23-42.

- Henry, JG; Heinke, GW. 1999. Ingeniería Ambiental. 2da. Edición. Pearson Prentice Hall, México. 788 p.

- MICI - DGNTI. (Ministerio de Comercio e Industrias - Dirección General de Normas y Tecnología Industrial). 2001. Reglamento Técnico DGNT-COPANIT 43-2001. Higiene y seguridad industrial. Condiciones de higiene y seguridad para el control de la

contaminación atmosférica en ambientes de trabajo producida por sustancias químicas. República de Panamá.

- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2006. Las directrices sobre la calidad del aire en la protección de la Salud Pública. Disponible en: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/index.html.

Anexos

Anexo 1.1

Data generada por los equipos de medición

Resultado del monitoreo de PM_{10}– Campamento 500

MicroDust-06-05-2013-00.dat : Resumen

Informe resumen:-

Archivo de informe:	C:\Windows\System32\MicroDust-06-05-2013-00.dat
Comienzo:	09:44:13 05/06/2013
Fin:	17:48:31 05/06/2013
Archivo de calibración:	Descalibrado

Concentración estadística

Max:	0 mg/m3	(At 09:44:07 on 05/06/2013)
Min:	-0 mg/m3	(At 09:44:13 on 05/06/2013)
Media:	-0 mg/m3	

Resultado del monitoreo de PM_{10}– Camino a la Costa-Oficina FCC

MicroDust-07-05-2013-00.dat : Resumen

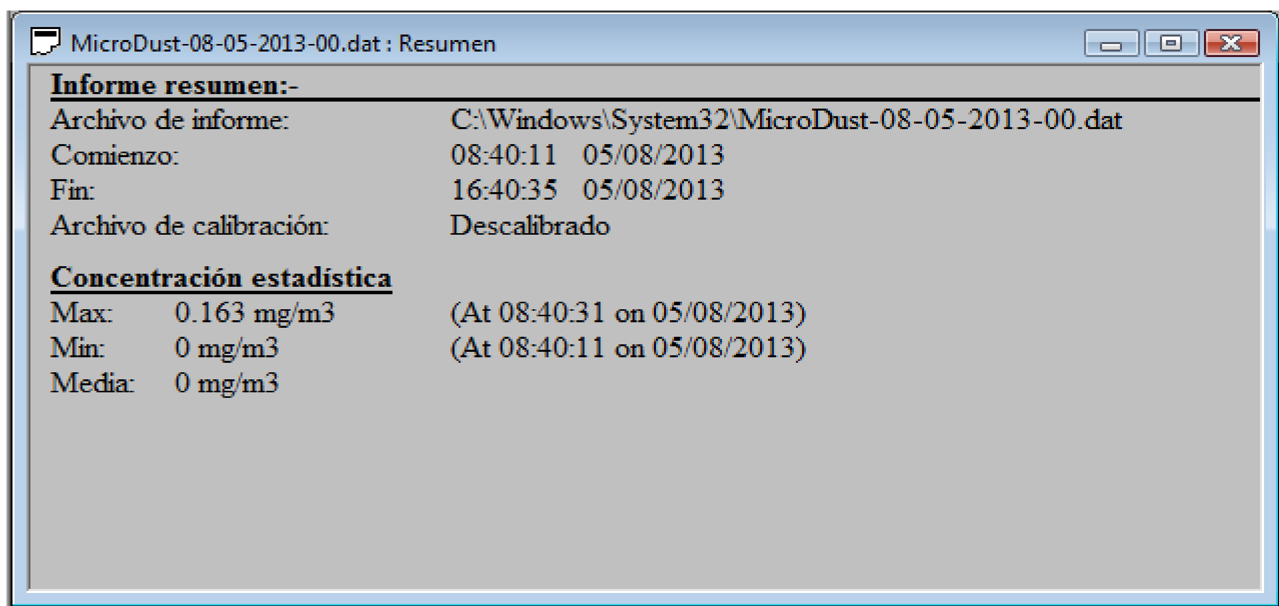
Informe resumen:-

Archivo de informe:	C:\Windows\System32\MicroDust-07-05-2013-00.dat
Comienzo:	09:28:12 05/07/2013
Fin:	17:31:36 05/07/2013
Archivo de calibración:	Descalibrado

Concentración estadística

Max:	0.554 mg/m3	(At 09:50:20 on 05/07/2013)
Min:	-0 mg/m3	(At 09:28:12 on 05/07/2013)
Media:	0 mg/m3	

Resultado del monitoreo de PM_{10}– Cantera Botija



MicroDust-08-05-2013-00.dat : Resumen

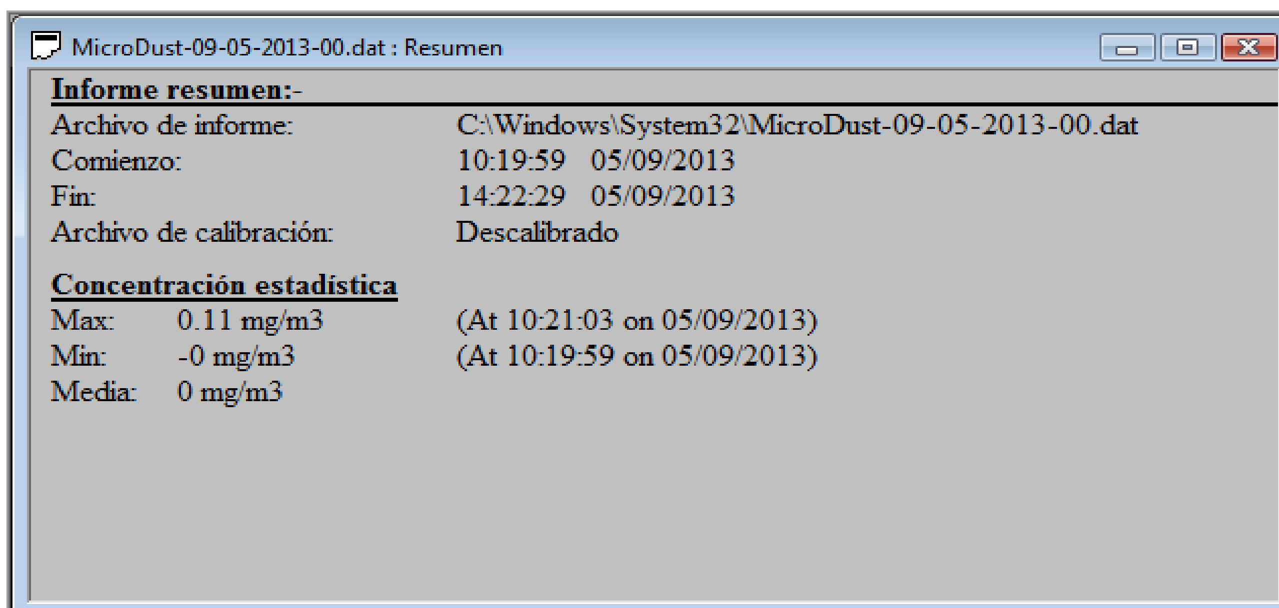
Informe resumen:-

Archivo de informe:	C:\Windows\System32\MicroDust-08-05-2013-00.dat
Comienzo:	08:40:11 05/08/2013
Fin:	16:40:35 05/08/2013
Archivo de calibración:	Descalibrado

Concentración estadística

Max:	0.163 mg/m3	(At 08:40:31 on 05/08/2013)
Min:	0 mg/m3	(At 08:40:11 on 05/08/2013)
Media:	0 mg/m3	

Resultado del monitoreo de PM_{10}– Punta Rincón - Poza de sedimentación 9



MicroDust-09-05-2013-00.dat : Resumen

Informe resumen:-

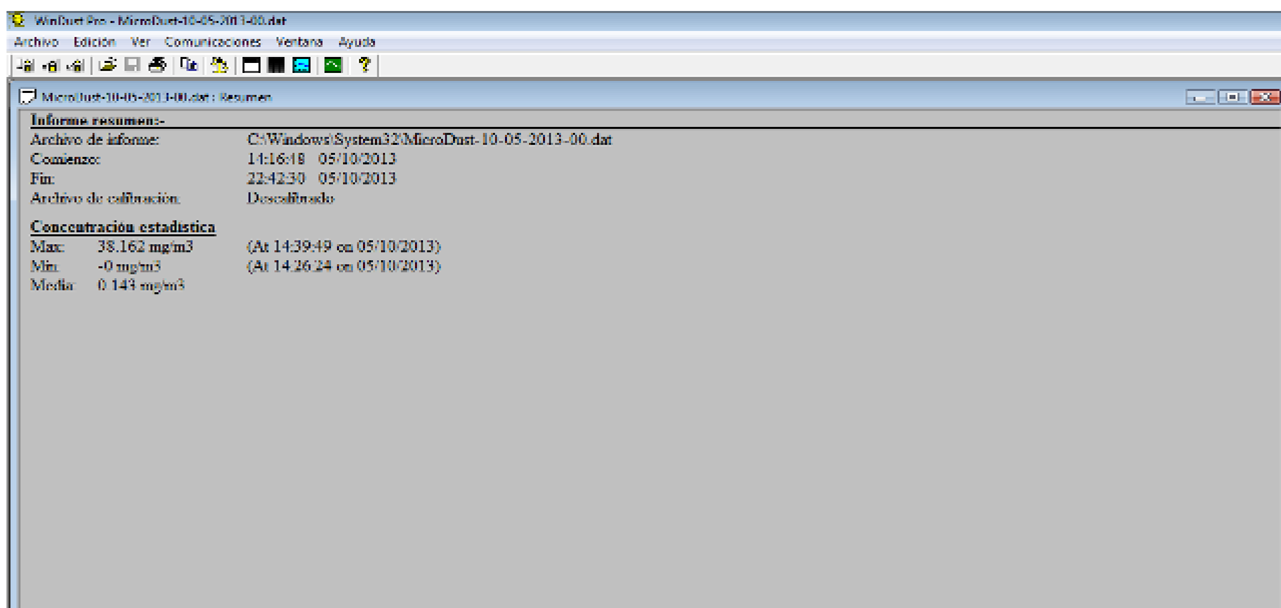
Archivo de informe:	C:\Windows\System32\MicroDust-09-05-2013-00.dat
Comienzo:	10:19:59 05/09/2013
Fin:	14:22:29 05/09/2013
Archivo de calibración:	Descalibrado

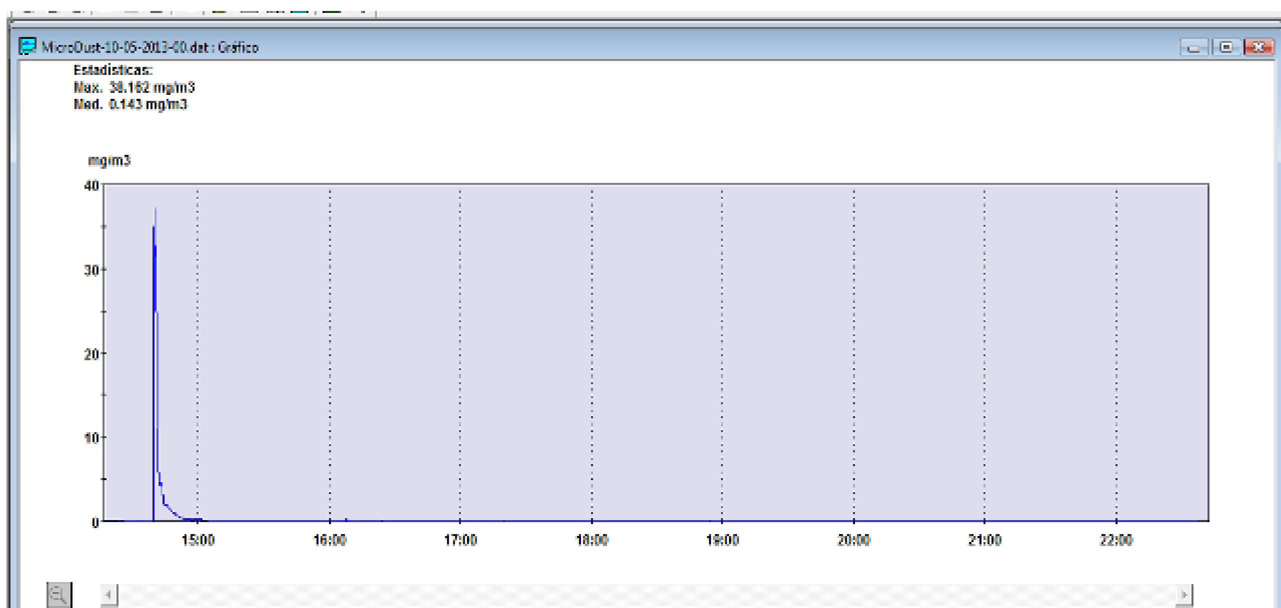
Concentración estadística

Max:	0.11 mg/m3	(At 10:21:03 on 05/09/2013)
Min:	-0 mg/m3	(At 10:19:59 on 05/09/2013)
Media:	0 mg/m3	

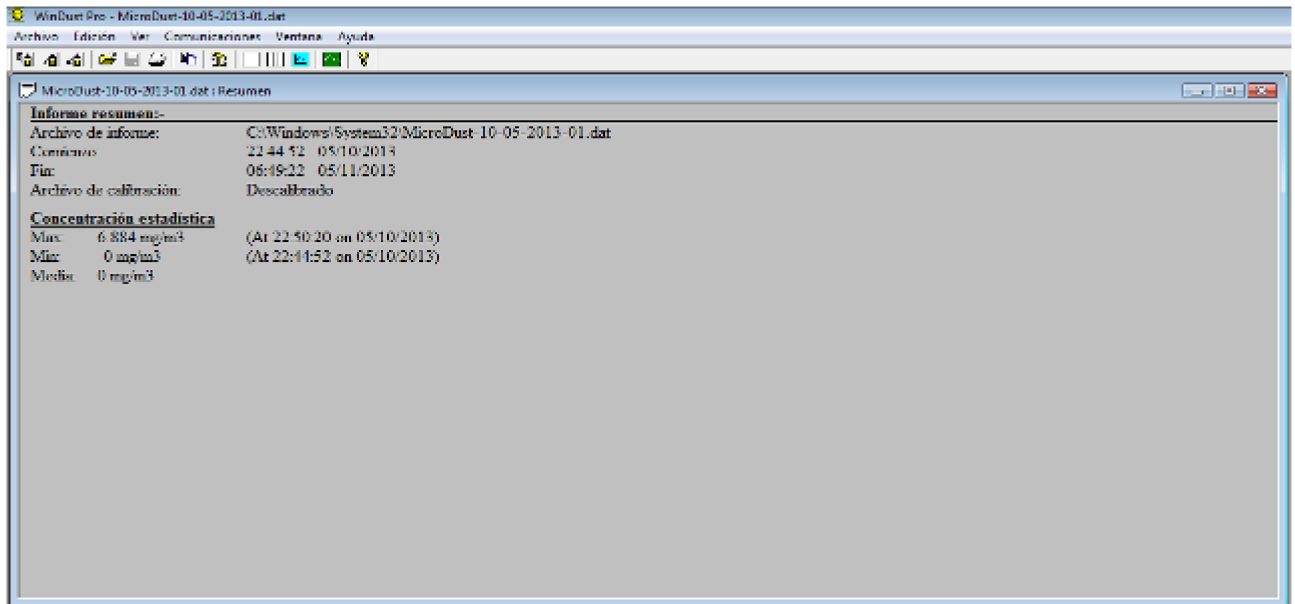
Resultado del monitoreo de PM_{10}– Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez

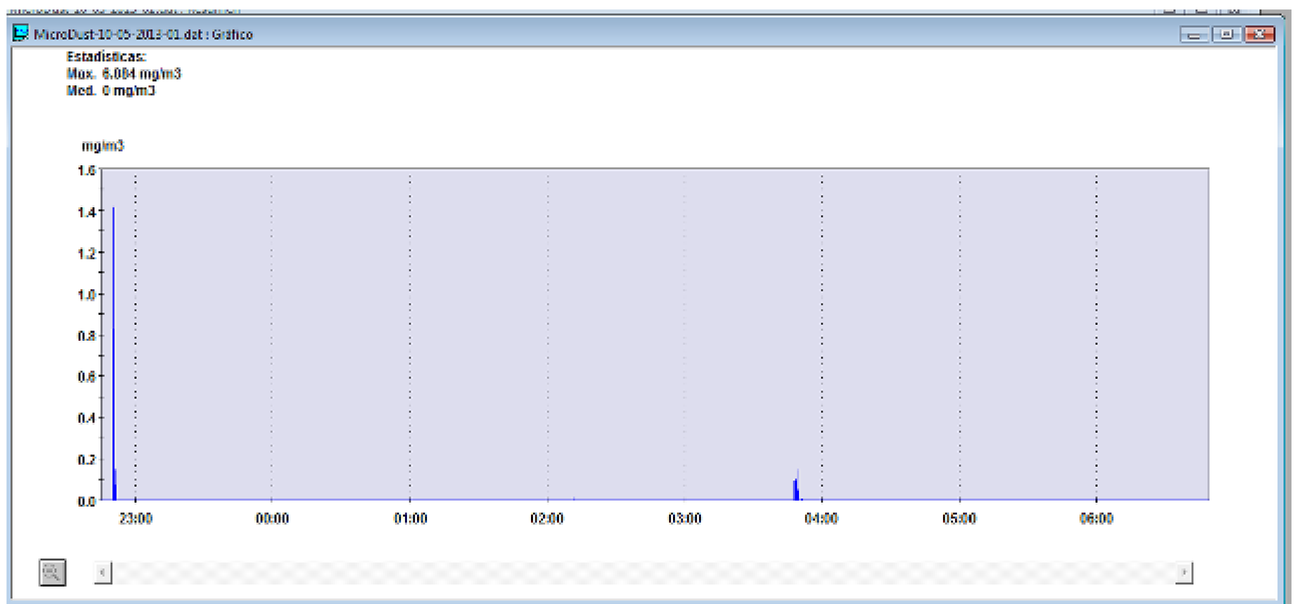
Primer Periodo



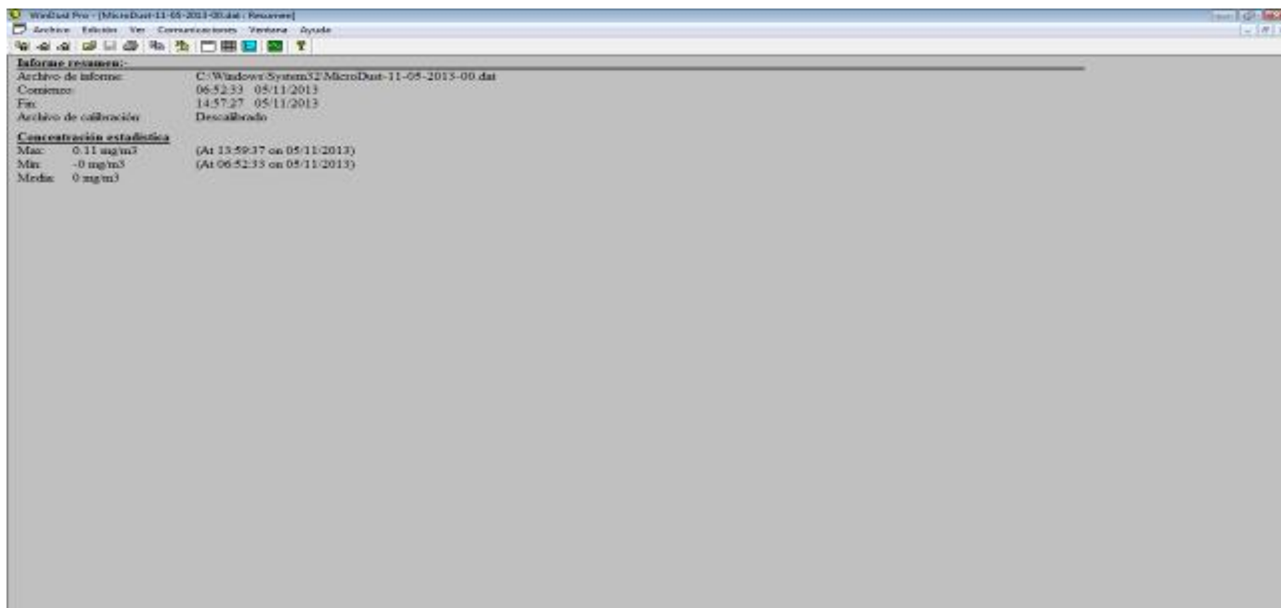


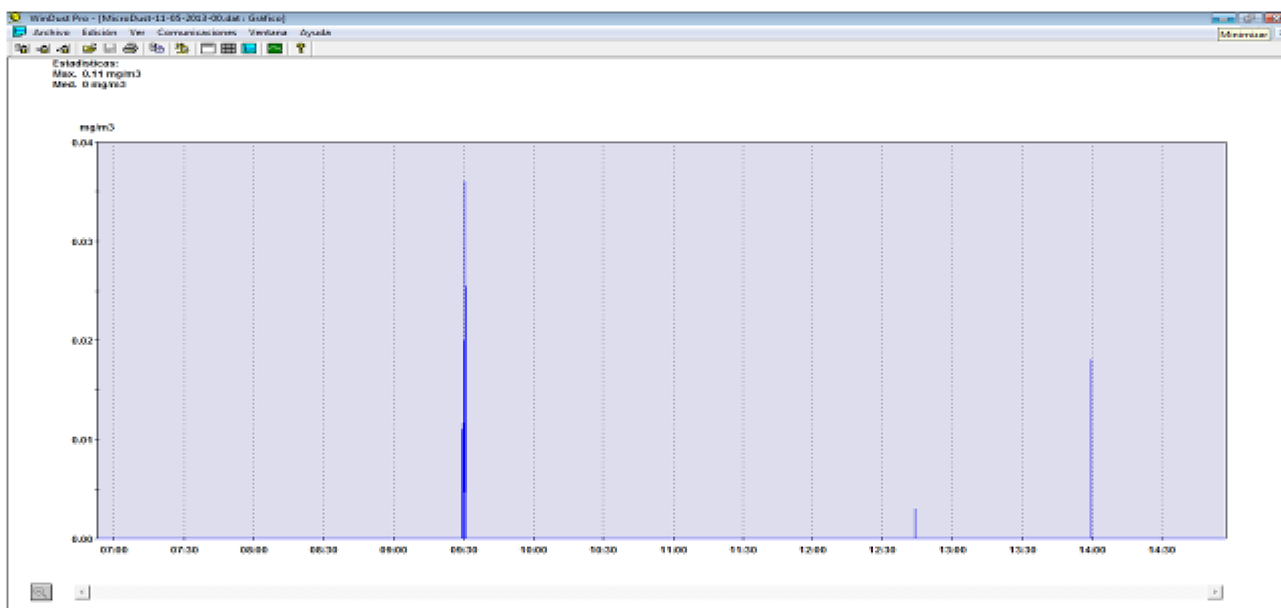
Segundo Periodo





Tercer Periodo





Resultado del monitoreo de PM_{10}– Poza de Sedimentación 4

WinDust Pro - MicroDust-13-05-2013-00.dat
Archivo Edición Ver Comunicaciones Ventana Ayuda

MicroDust-13-05-2013-00.dat : Resumen

Informe resumen:-

Archivo de informe:	C:\Windows\System32\MicroDust-13-05-2013-00.dat
Comienzo:	08:31:26 05/13/2013
Fin:	16:31:44 05/13/2013
Archivo de calibración:	Descalibrado

Concentración estadística

Max:	264.02 mg/m3	(At 10:43:06 on 05/13/2013)
Min:	-0 mg/m3	(At 13:41:56 on 05/13/2013)
Media:	224.52 mg/m3	

Anexo 1.2

Índice ORAQI-ICAIRE

5.2 Índice de calidad del aire

Existen diversos índices que son capaces de medir la calidad ambiental del aire. **Estos índices agrupan diversos factores y concentraciones de contaminantes y son capaces, mediante un número, el indicarnos la calidad ambiental de la atmósfera.** Todos ellos evalúan las concentraciones de los contaminantes más importantes y frecuentes que podemos encontrar en la atmósfera.

Uno de los índices más importantes es el *Oack Ridge Air Quality Index* (ORAQI) que evalúa la concentración media de los cinco contaminantes principales: el dióxido de azufre (SO_2), las partículas en suspensión, el plomo (Pb), el dióxido de nitrógeno (NO_2), el monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos (C_xH_y).

La concentración standard del ORAQI se refiere a un aire de una calidad media (de 0 a 100, un 50). En dicha concentración, los contaminantes toman los siguientes valores, en microgramos por metro cúbico (ug/m^3) :

contaminante	SO_2	*partículas*	NO_2	C_xH_y	CO	Pb
concentración (ug /m³)	*350*	*250*	*200*	*140*	*20.000*	*4*

Este índice puede generalizarse incluyendo otros productos contaminantes que podemos encontrarnos con facilidad. De esta manera, podremos definir un **índice de calidad del aire** (ICAIRE) mucho más general:

SO_2	*Part. en suspensión*	NO_2	C_xH_y	CO	*Part. sedimentales*	Pb	Cl_2	*Fluorados*	%
2.200	*1.800*	*1.000*	*800*	*60.000*	*1.800*	*40*	*275*	*120*	*0*
1.800	*1.400*	*900*	*650*	*55.000*	*1.400*	*30*	*250*	*100*	*10*
1.400	*1.000*	*750*	*500*	*50.000*	*1.000*	*20*	*175*	*80*	*20*
700	*600*	*600*	*350*	*40.000*	*750*	*15*	*125*	*60*	*30*
500	*400*	*350*	*250*	*30.000*	*500*	*10*	*75*	*40*	*40*
350	*250*	*200*	*140*	*20.000*	*300*	*4*	*50*	*20*	*50*
250	*200*	*150*	*100*	*15.000*	*200*	*3*	*30*	*15*	*60*
150	*150*	*100*	*75*	*10.000*	*150*	*2*	*20*	*10*	*70*
100	*100*	*50*	*50*	*5.000*	*100*	*1,5*	*10*	*5*	*80*
75	*50*	*25*	*25*	*2.500*	*50*	*1*	*5*	*2,5*	*90*
<50	*<25*	*<10*	*<10*	*<1.000*	*<25*	*<0,25*	*<2,5*	*<1*	*100*

Un aire de una extremada calidad (100%) tendría que tener los parámetros de la última fila de la tabla anterior. Desde que una de las concentraciones tome un valor relevante tendremos aire con una calidad no superior al valor porcentual correspondiente a dicha concentración. Es decir, una atmósfera con 4 ricrogramos por metro cúbico de Plomo nos dará un aire de calidad del 50%. Añadiremos que en la literatura existen índices que promedian todos los valores anteriores asignándoles un peso a cada uno de los contaminantes. Estos índices de calidad deberemos tomarlos en su justa medida ya que nos podemos encontrar con un aire de calidad promedio del 90% pero donde solo uno de los contaminantes a llegado a valores del 0% de calidad con serias amenazas de toxicidad.

Anexo 1.3

Certificados de calibración de los equipos

Certificados de Calibración de los Equipos de Medición de PM_{10}



CERTICADO DE CALIBRACION

No. 0345

Fecha de revisión: **02 de Agosto del 2012**
Cliente: **CODESA**

Observaciones y/o trabajos a realizar:
2. Configuracion general.
3. Calibración de medidor de polvos en tiempo real (Filtro de correcion)

type: MICRODUST PRO / CASELLA Dust monitoring system
Serial N°: 1079216
Calibration Tech. Note: MVr.10, Manual Section 21
Model: 176000A
Standard Range: 0-2.5, 0.25, 0-250, 0-2500 mg/m3
Calibration insert: casella factory - 1079216 / F/R: 153.0
Datalog: Enabled
Battery: 2050mAh / 1.2V
Test Conditions: Temperature: 28 Deg. +/-5 C
Relative humidity: 35%+/-15%
Last Calibration: 02 de Agosto 2012

	Test Summary
Results:	ok
Dust Source:	indoor
Resolution/Acuracy:	± 1%
Exposure Reading:	0-2500 mg/m3
Insert Source:	152 mg/m3
Altern. measure:	153 mg/m3
Range Sensitivity:	pass 1.7±
Final Reading:	0.051mg/m3

Departamento Serv. Tecnico
Joel A Espinosa



CERTICADO DE CALIBRACION No. 0353

Fecha de revisión: **22 de Agosto del 2012**
Cliente: **CODESA**

Observaciones y/o trabajos a realizar:
2. Configuracion general.
3. Calibración de medidor de polvos en tiempo real (Filtro de correcion)

type: MICRODUST PRO / CASELLA Dust monitoring system
Serial N°: 2411086
Calibration Tech. Note: MVr.10, Manual Section 21
Model: 176000A
Standard Range: 0-2.5, 0.25, 0-250, 0-2500 mg/m3
Calibration insert: casella factory - 1079216 / F/R: 172.0
Datalog: Enabled
Battery: 2050mAh / 1.2V
Test Conditions: Temperature: 29 Deg. +/-5 C
Relative humidity: 38%+/-15%
Last Calibration: 22 de Agosto 2012

	Test Summary
Results:	ok
Dust Source:	indoor
Resolution/Acuracy:	± 1%
Exposure Reading:	0-2500 mg/m3
Insert Source:	172 mg/m3
Altern. measure:	168 mg/m3
Range Sensitivity:	pass 0.9±
Final Reading:	0.014mg/m3

Departamento Serv. Tecnico
Joel A Espinosa